

棉花害虫与天敌

陕西省棉花研究所
西北农学院 编著
陕西省植物保护研究所

陕西科学技术出版社

前 言

在全国人民向“四化”进军的热潮中，为了大力发展棉花生产，提高植棉技术，根据我省三十年来棉虫研究工作的成就，并参阅了国内外有关资料，编写了《棉花害虫与天敌》一书。内容包括主要棉虫及其天敌的种类、形态、生物学特性、种群数量变动规律，以及虫情测报与防治技术等。可供各级虫情测报人员和从事病虫害防治工作同志、农业院校植保专业师生参考。

本书是在陕西省农林科学院副院长王远同志的主持下编写的。参加编写的有陕西省棉花研究所的郑永善，西北农学院植保系的刘绍友、魏建华，陕西省植物保护研究所的谢贤元、李小峰，咸阳地区农科所的李元林，宝鸡地区植保植检站的郭景福，渭南地区植保植检站邹纯仁，西安市农科所赵廷选等同志。本书插图由西北农学院的徐有恕、王素梅和陕西省棉花研究所的张普庆、左田夫同志绘制。

一九八〇年四月

目 录

第一章 绪论 (1)	第二节 茧蜂 (138)
第一节 概述..... (1)	第三节 蚜茧蜂 (142)
第二节 棉虫防治的进展..... (2)	第四节 小蜂类 (155)
第二章 苗期棉虫 (5)	第六章 捕食性天敌 (167)
第一节 地老虎..... (5)	第一节 瓢虫..... (167)
第二节 棉蚜..... (19)	第二节 草蛉..... (180)
第三节 棉花叶螨..... (37)	第三节 捕食性椿类..... (189)
第四节 蓟马..... (45)	第四节 食蚜蝇..... (192)
第三章 蕾铃期棉虫 (54)	第五节 胡蜂..... (196)
第一节 棉盲椿..... (54)	第六节 螳螂..... (197)
第二节 棉铃虫..... (76)	第七节 蜘蛛..... (200)
第三节 金钢钻..... (91)	第七章 棉花害虫的综合防治 ... (207)
第四节 红铃虫..... (97)	第一节 害虫综合防治的理 论基础..... (207)
第五节 小造桥虫..... (104)	第二节 棉虫综合防治的途 径与方法..... (208)
第四章 其它棉虫 (111)	第三节 棉虫综合防治的系 统措施..... (211)
第一节 银纹夜蛾与甘蓝夜蛾 (111)	附录一、陕西省棉花害虫名 录..... (214)
第二节 灯蛾..... (114)	附录二、陕西省棉虫天敌名 录..... (217)
第三节 玉米螟..... (117)	附录三、陕西省棉虫天敌的 寄生蜂名录..... (222)
第四节 小灰象蚬..... (121)	
第五节 棉大卷叶螟..... (123)	
第六节 棉叶蝉..... (127)	
第五章 寄生性天敌 (131)	
第一节 姬蜂..... (131)	

第一章 绪 论

第一节 概 述

我国植棉历史悠久，棉区辽阔，自然条件千差万别，耕作制度十分复杂，棉虫种类较多。据有关资料记载，我国棉虫有三百多种，造成棉花损失的大致有三十种左右。其中属于昆虫纲的有直翅目、缨翅目、半翅目、同翅目、鳞翅目、鞘翅目、双翅目等七个目，属蛛形纲的有棉花叶螨，软体动物门的蜗牛。这些害虫取食棉花的根、茎、叶、蕾、花、铃和种籽等器官，也为害其它作物和野生植物，由于为害棉花的器官有主要的或次要的，所以对棉花造成的损失程度也不一致。我国主要的棉花害虫，大都是世界性分布的害虫，从国内各棉区来看，为害棉花严重而带普遍性的有棉蚜、棉花叶螨、棉铃虫、红铃虫、棉盲椿和地老虎等。这些害虫在不同年份、不同地区和不同条件下，为害程度也不同。棉花遭受棉虫为害时，一般都会影响生长发育，甚至形成严重减产。因此，防治棉花虫害是保证棉花产量的一个重要措施。

棉虫的分布与消长很大程度受自然条件的制约，同时和耕作制度的关系也十分密切。比如新疆没有红铃虫，为害棉花的蚜虫主要是长管蚜，这和内地截然不同。我国棉区很大，从四季皆春的云南，到元月份平均气温在零下10℃的辽宁北部；从东南沿海年降雨1,500毫米左右的湿润地带，到年雨量只有200毫米的西北内陆干旱区，均有种植。由于不同的地区有着不同的自然条件，所以棉花虫害发生的种类和为害程度也不完全一样。大体上我国植棉地带可分黄河流域、辽河流域、西北内陆和长江流域及华南地区等几个棉区。其中以黄河流域和长江流域为棉花的主产区，这两个棉区占全国棉田面积的90%。

黄河流域棉区：属于温暖地带，无霜期180—230天，年平均温度11℃以上，年雨量400—750毫米，一年一熟制，有向两熟制发展的趋向。主要作物为棉花、小麦、玉米、高粱、大豆、谷子等，饲料作物主要为苜蓿；压青用的绿肥有草木樨，毛苕子正在扩展。耕作制度以棉、麦、秋单作为主，有少数间、套作田。主要棉虫为棉蚜、棉铃虫；其次为小地老虎、黄地老虎、棉花叶螨、蓟马、绿盲椿、苜蓿盲椿、三点盲椿、鼎点金钢钻、红铃虫、小造桥虫等，只在个别年份或田块为害，但有时也十分严重。

辽河流域棉区：气温低，年平均温度8—10℃，元月份平均温度在零下10℃以上，全年无霜期150—170天，一年一熟制。主要作物有棉花、大豆和高粱。主要棉虫为棉蚜、棉铃虫；其次为小地老虎、三点盲椿、苜蓿盲椿、绿盲椿。

西北内陆棉区：年平均温度8—10℃，元月份平均温度在零下10℃以上，低的达零下20℃，全年降雨量200毫米以下，气温干旱，靠人工灌溉种植作物。一年一熟制，农

作物有小麦、甜菜、玉米、高粱、棉花、油菜、豆类、水稻等。主要棉虫为棉铃虫、牧草盲椿、苜蓿盲椿、黄地老虎；其次为棉长管蚜、拐枣蚜、苜蓿蚜、棉花叶螨、棉叶蝉等。

长江流域棉区：全年平均温度在 15°C 以上，无霜期长达230天以上，年雨量750—1,500毫米，实行一年两熟套种制。主要农作物有棉花、水稻、小麦、大麦、元麦、玉米、油菜、蚕豆、豌豆、大豆、芝麻、苕子等。耕作制度为棉花、小麦套种，油菜、棉花套种和玉米、棉花间作，冬夏作物间套绿肥。这个棉区的棉虫发生种类较多，主要棉虫为棉蚜、棉铃虫、红铃虫、棉花叶螨；其次为鼎点金钢钻、翠纹金钢钻、棉叶蝉、玉米螟、斜纹夜蛾、小造桥虫、蜗牛、小地老虎、棉大卷叶螟、小卷叶虫、花蓟马、绿盲椿、三点盲椿、中黑盲椿等。

华南棉区：气候温和多雨，生长季节长，四季长绿，几乎全年不见霜雪，年平均气温 $18-24^{\circ}\text{C}$ 。作物种类复杂，由一年两熟制向三熟制发展，水稻面积大，冬季有豌豆、蚕豆、苕子、苜蓿等绿肥作物。轮作制度为棉花——粮食——棉花。主要棉虫有翠纹金钢钻、埃及金钢钻、棉铃虫、棉花叶螨、红铃虫、小地老虎、花蓟马、棉叶蝉等。

生态的自然发展过程是趋向平衡的，生物互相制约，有棉虫，也有天敌，棉花害虫多，天敌也多。过去对棉虫天敌研究不够，对它的认识也不够。仅查明陕西的棉花害虫天敌有昆虫纲七个目和蛛形纲两个目130种。这九个目是螳螂目、缨翅目、半翅目、脉翅目、鞘翅目、双翅目、膜翅目和蜘蛛目、蟬蟥目。130种天敌中，对棉花害虫都有抑制作用。但抑制程度有很大差别，据初步了解，起重要作用的有棉铃虫齿唇姬蜂、螟蛉绒茧蜂、广黑点瘤姬蜂、棉蚜茧蜂、棉短疣蚜茧蜂、七星瓢虫、中华草蛉、草间小黑蛛等。天敌昆虫研究应用较早的有黑青小蜂，1956年研究成功应用于防治越冬红铃虫，经过多年的生产实践，起到良好的作用。六十年代开始大量施用化学农药，出现了棉虫的抗药性，同时大量杀伤了天敌，致使“伏蚜”与棉铃虫等连年猖獗。因此，在七十年代初期才大力开展了棉虫的生防工作，特别是1974年以来，经过科技人员和广大劳动群众的共同努力，广泛开展科学实验活动，从而取得了较大的进展。比如生产上大量养放拟澳洲赤眼蜂和松毛虫赤眼蜂防治棉铃虫，试用中华草蛉防治棉蚜、棉铃虫，人工移植七星瓢虫和异色瓢虫防治棉蚜，移植胡蜂防治棉铃虫，利用苏云金杆菌防治棉铃虫、小造桥虫等。同时，对自然界控制棉虫起显著作用的天敌发生、保护利用的研究，也获得一定成就，比如对捕食螨控制叶螨，蚜茧蜂、蚜霉菌控制棉蚜，齿唇姬蜂控制棉铃虫等都积累了宝贵的资料。这些生防工作的进展，不仅充实了综合防治棉虫的内容，起到有力的防治效果，而且对棉虫生态平衡将会起到作用。

第二节 棉虫防治的进展

中国是世界上最悠久的文明古国之一，劳动人民千百年来与自然进行斗争，积累了极其丰富的宝贵经验，远在纪元前三百年，对防治虫害就有了农业防治措施的记载，如灯火诱杀和矿物药剂治虫等，以虫治虫的方法也有一千六百多年的历史。公元前一世纪我国开始零星栽植棉花，从大量种植的十三世纪开始，棉花也有了七百年的历史。《农

政全书》记载：“棉：或遇地蚕，断根食叶，一虫之害，赤地步武，今请数翻耕，即不辨，亦宜冬灌春耕，以实其田，杀其害；又不辨，亦宜穴种花，令根深不至濯露，可无死虑虫伤着。耕田讫，将种，再耕之劳之，杀其虫。既被虫食者，格杀其虫，移植补之”，“种棉二年……而无力种稻者，收棉后周围作岸，积水过冬，入春冻解，放水候干，耕锄如法，可再种棉，不生虫”，“种棉二年，翻稻一年，即草根溃烂，土气肥厚虫螟不生，多不得过三年，过则虫生”。这些都是劳动人民与虫害斗争的经验总结，也是农业措施防虫的开端，可说古时即有了综合防虫的萌芽。但是历史的科学财产，由于封建王朝的长期统治，没有很好的继承和发扬。真正有组织有计划的开展棉虫科研工作，只有在人民当家作主、解放以后的新中国才能实现。所以全国解放后，特别在粉碎“四人帮”后，全党工作着重点转向四个现代化，棉虫科研工作的前途是无限光明的。

自从有了棉花，也就有了棉虫，所以棉花虫害的分布、发生和防治与棉花栽培的历史密切相关。在解放前的漫长岁月里，棉虫防治工作基本上是群众的自发行动。十九世纪初期，我国开始了大造桥虫的防治研究，其后对金钢钻、红铃虫、棉蚜等也相继进行研究。解放前的四十年间，棉虫的研究与防治处于启蒙阶段。解放后在党的领导下，积极开展棉虫研究工作，广泛进行大面积防治，对棉花保产起到了显著作用。

解放初期，陕西棉虫猖獗为害近乎偶发性的，只有1951年发生了“伏蚜”，1952年棉铃虫成灾。在一般年份，这些虫害并不太重。当时对棉花害虫的防治，可说只是开始阶段，经济体制还是小农私有制，有的治虫，有的不治，采用的也只是功效较低的土农药等，棉虫的消长大体仍靠生物生态平衡来支配。在农业合作化时期，开始有计划有组织的人工防治棉虫，采取的主要还是农业措施，比如利用轮作倒茬、深耕或灌水灭虫，淘汰易繁衍虫害的套种作物，除草防治棉蚜、棉花叶螨与地老虎等害虫。同时，配合使用了植物药剂治虫，比如用烟草、蓖麻叶、猫儿眼、艾叶、桃叶、番茄、苦楝、皂角、槐角等浸泡液防治棉蚜，用面糊水防治棉花叶螨，砒酸铅、砒酸钙防治棉卷叶虫，棉油皂防治棉蚜，氟矽酸钠防治地老虎等。这些药剂不仅有一定的防治效果，还有保护棉虫天敌的作用，因而起到了较好的保护作用。

随着合成有机化学农药的大量生产，我国于1955年—1962年进入了化学治虫时期。当时生产的剧毒农药高效、广谱，杀伤虫害种类多，作用十分显著，群众名之曰“一扫光”。但是年复一年，用之日久，相对的产生了副作用，大量的棉虫天敌被消灭了，并引起棉虫的抗药性，不但不易消灭，反而容易猖獗为害。由此，不得不强调生物防治，并注意用选择性药物，促使自然界生物相克，达到生物生态平衡，控制虫害发生。新的科研课题摆在了植保工作者的面前，棉虫天敌的研究利用逐步开展了起来。经过十几年的努力，不仅对一般天敌的生活习性、消长规律有所了解，而且对几种重要天敌，已在生产上大面积利用。一些易于污染的农药已经限制施用，筛选出一批选择性药物，剧毒农药的施用有的也改为涂茎、种子处理等办法，以便较好的保护天敌。采取诱杀方法防治棉虫也取得一定成果，食物诱、色谱诱、性诱等都有一定程度的开展，但还远远赶不上生产发展的要求。

事物是复杂的，是多因子互相制约的，采用单一措施防治棉虫，很难彻底奏效。科学向前发展，对棉花虫害的防治只能从农业生产的全局出发，以棉花高产优质为目标，

根据“预防为主，综合治理”的植保工作方针。充分协调害虫与作物、有益生物以及环境的相互关系，以农业防治为基础，因地制宜地综合应用各种有效措施，特别是妥善解决化学防治与生物防治的矛盾，充分地发挥自然天敌的控制作用，才能经济、有效、简便地控制棉虫为害，确保棉花丰产、增收。综合治理采取的措施主要是：①大搞农田基本建设，改善作物布局，提高栽培水平，抓紧冬春防治等，创造不利于害虫发生而利于棉花生长发育和有益生物存在繁殖的环境条件；②利用害虫趋性，进行树枝诱，叶片诱，间种诱集植物诱，设诱集田诱，用灯光与色谱、性诱等方法杀治；③选择适当的药剂品种，施药场所与施药时间，改变施药方法，确定合理防治指标，根据虫情区别对待，着重挑治与片治，解决化学药剂防治与生物防治的矛盾；④保护、利用自然天敌为主，辅以人工养放和助迁，促使生物间互相抑制，达到生态平衡；⑤开展抗虫品种选育，改变棉株形态、结构、化学成分等，达到经济、有效简便易行地防治棉花害虫的目的。

目前，我国的棉虫综合治理工作广泛开展，成果不断涌现，新的可喜苗头在望。棉花植保工作，在党的领导下，有优越的社会主义制度，有广大劳动群众的无穷创造力，又有植保科学工作者的积极性，必将获得显著进展，确保棉花丰产、增收，为实现四个现代化作出新的贡献。

第二章 苗期棉虫

第一节 地老虎

地老虎在陕西各地每年均有发生，它以幼虫为害棉花及各种春播作物的幼苗，受害田造成缺株，严重的毁种。作好地老虎的防治工作是棉花保苗的重要措施。

一、种 类

陕西棉田的地老虎有下列几种：

(一) 小地老虎 *Agrotis ypsilon* Rott. 分布广，数量大，为害最重，约占各种地老虎总量的89—95%。

(二) 黄地老虎 *Euxoa segetum* (Schif.) 一般约占总量的7—10%，但个别年份、个别地区很多，数量大时还可能超过小地老虎。

(三) 其它种类尚有：大地老虎 *Agrotis tokionis* B. 八字地老虎 *Agrotis c-nigrum* L. 茶色地老虎 *Hermonassa cecilia* But. 和三角地老虎 *Agrotis triangulum* (Huf.) 等，合计只占总发生量的1—2%，为害很轻。

二、形态区别

(一) 幼虫 摘译苏联幼虫检索表如下：

- 1 (16) 额缝会合于额顶，头顶缝缺，如在高倍放大镜下体表有可见颗粒
- 2 (5) 腹节中央Ⅳ毛不大于气孔
- 3 (4) 体表有大小不同颗粒……………鸣夜蛾 *Agrotis exelamationis*
- 4 (3) 颗粒大小一致……………羽角地老虎 *A. obesa*
- 5 (2) Ⅳ毛2—2.5倍大于气孔
- 6 (11) 体表颗粒大，突出
- 7 (8) Ⅳ毛等于Ⅴ毛……………灰色切根虫 *A. vestigialis*
- 8 (7) Ⅳ毛2—3倍大于Ⅴ毛
- 9 (10) 前胸背片深褐色有黑点，末端腹节之颜色淡黄有对称二黑条，表皮有大小不同颗粒……………小地老虎 (图1—2.5.8)
- 10 (9) 前胸背片淡黄色无黑点，末端腹节颜色黑褐，无黑条，表皮颗粒大小一致……………大地老虎 (图1—1.4.7)
- 11 (6) 体表颗粒不易分清 (放大10倍)
- 12 (13) 头部具有5—7一群的圆形色斑……………维尔夜蛾 *Euxoa villiersii*

- 13 (12) 头部无上述色斑
- 14 (15) 尾片硬化, 色泽较体背为深……………短纹地老虎 *Agrotis corticea*
- 15 (14) 尾片不甚硬化, 色泽与体背不可分……………黄地老虎 (图1—3.6.9)
- 16 (1) 额缝在额顶以下会合。体表平滑, 不见颗粒
- 17 (18) 最后第二腹节背面具明显的突起……………朽木地老虎 *A. putris*
- 18 (17) 无上述突起
- 19 (24) 体表以绿色为主
- 20 (21) 毛孔中部污黑……………污棕夜蛾 *A. saucia*
- 21 (20) 毛孔中部明晰
- 22 (23) 腹部Ⅱ毛在小的有花纹的斑点以内……………甘蓝夜蛾 *Barathra brassicae*
- 23 (22) 腹部Ⅱ毛不在斑点之内……………八字地老虎 *Agrotis c-nigrum*
- 24 (19) 体色以褐为主
- 25 (26) 腹节前缘有2白斑……………白斑地老虎 *A. occulta*
- 26 (25) 无以上白斑
- 27 (28) 体棕色常具紫纹……………三角地老虎 *A. ditrapetium*
- 28 (27) 腹部各节亚背线处有黑褐斑纹, 背面看很象八字纹 ……黑点赭夜蛾 *A. exusta*

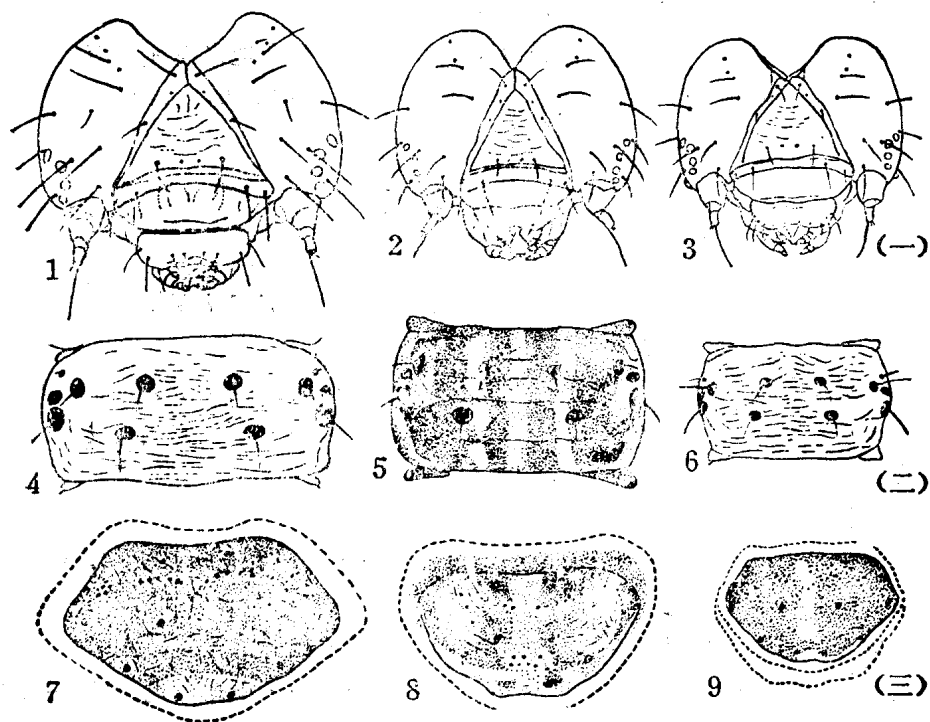


图1 三种地老虎幼虫的鉴别特征

(一) 头部 (二) 第四腹节背面 (三) 臀板

1.4.7.大地老虎 2.5.8.小地老虎 3.6.9.黄地老虎

(二) 成虫 摘录中国科学院成虫检索表如下:

- 1 (10) 额有突起, 不成球面形, 呈平截椎形
- 2 (5) 剑纹黑色, 十分明显
- 3 (4) 环纹圆形 警纹地老虎 *Euxoa exclamationis*
- 4 (3) 环纹呈尖叶 小剑切根虫 *E. spinifera*
- 5 (2) 剑纹不很明显
- 6 (7) 前翅中室与其余部分同色 黄地老虎 *E. segetum* (图 2—3)
- 7 (6) 前翅中室棕黑色, 比其余部分显著较深
- 8 (9) 雄蛾触角双栉形 *E. obesa*
- 9 (8) 雄蛾触角微齿形, 有纤毛丛 白边地老虎 *E. oberthuri*
- 10 (1) 额无突起, 头部及胸部具有毛及鳞片, 腹部背面扁平
- 11 (12) 前翅狭长, 翅尖圆形, 全体浓茶色, 翅脉较暗

..... 茶色地老虎 *Hermonassa cecilia*

- 12 (11) 前翅宽, 三角形
- 13 (16) 雄蛾触角双栉形,
肾纹外侧有一个黑色
纵条

- 14 (15) 前翅肾纹外侧的
黑色纵条与外线相交
或略超过
... 小地老虎 (图 2—1)

- 15 (14) 前翅肾纹外侧的
黑纵条纹不到外线...
..... 大地老虎 (图 2—2)

- 16 (13) 雄蛾触角线形,
肾纹外侧无黑色纵条
- 17 (20) 前翅中室黑色,
环纹不完整, 与前缘
斑纹相连

- 18 (19) 环纹成一倒立等
边三角形
..... 八字地老虎

Agrotis c-nigrum

- 19 (18) 环纹成不很规则
的三角形
..... 三角地老虎

Agrotis triangulum

- 20 (17) 前翅中室色泽不突出

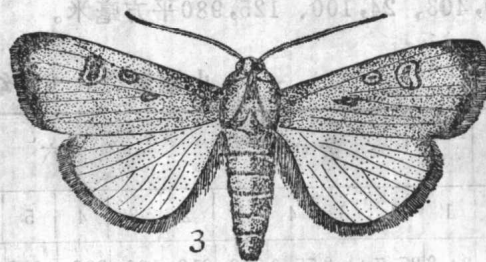
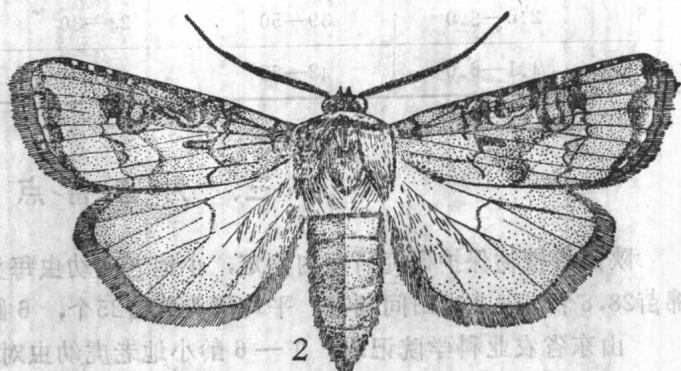
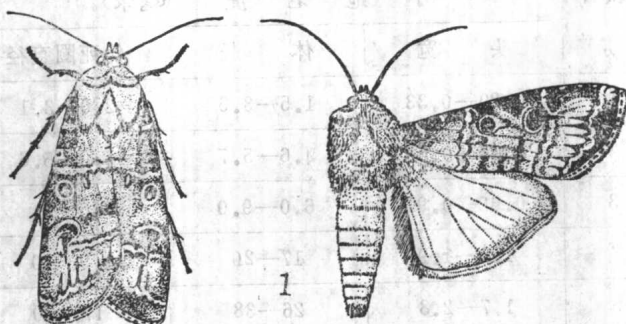


图 2 三种地老虎成虫

1. 小地老虎 2. 大地老虎 3. 黄地老虎

- 21 (22) 前翅前缘区域色较深暗……………朽木夜蛾 *A. putris*
 22 (21) 前翅前缘区域色不比其它区域深暗
 23 (24) 前翅及下胸明显带红色……………赭尾地老虎 *A. ruficauda*
 24 (23) 不带红色
 25 (28) 前翅外线锯齿形
 26 (27) 前翅灰绿色……………翠地老虎 *A. praecox*
 27 (26) 前翅褐色……………灰地老虎 *A. canescens*
 28 (25) 前翅外线非锯齿形，肾纹较大，褐边，内线双线波浪形，不甚清晰。
 前翅呈灰褐色……………黑点赭夜蛾 *A. exusta*

(三) 幼虫龄期鉴别 小地老虎和黄地老虎幼虫的各龄期区别如(表1)：

表1 两种地老虎幼虫不同龄期区别 (陕西省植物保护研究所)

龄期	小地老虎 (毫米)			黄地老虎 (毫米)	
	头宽	体长	伪死圈直径	头宽	体长
1	0.29—0.33	1.5—3.6	2.0—3.1	0.25—0.30	1.5—1.8
2	0.30—0.63	4.6—5.7	4.0—5.6	0.30—0.60	3.3—4.2
3	0.62—0.9	6.0—9.0	5—8	0.70—0.85	6—8
4	1.1—1.9	17—20	9—10	1.0—1.2	9—11
5	1.7—2.8	26—38	17—20	1.6—2.1	16—22
6	2.6—5.0	39—50	24—30	2.3—2.8	25—37
7	4.1—6.0	42—56	30	2.9—3.3	38—42

三、为害特点

陕西省植物保护研究所室内测定，小地老虎幼虫每头可食棉叶10.3平方厘米或截食棉苗28.8个(表2)。田间调查：平均每头截苗25个，6龄幼虫每日截苗2—7株。

山东省农业科学院记载，1—6龄小地老虎幼虫对春麦的食量分别为：96、1,639、3,306、9,403、24,100、125,980平方毫米。

表2 小地老虎5—6龄幼虫取食棉苗量

龄别	五龄				六龄													合计
日数	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
食叶面积 (mm ²)	24.8	27.7	44.8	55.0	252	616	1304	936	1059	1064	1126	1066	1055	360	186	42	20	8938.3
截苗数 (株)	0.8	0.7	1.2	0.2	0.8	1.2	2.2	2.0	2.0	2.4	3.3	4.0	4.0	1.0	1.0	1.0	1.0	28.8

黄地老虎幼虫食量，3、4龄期每头平均每天食棉叶3.8平方毫米，6龄每头取食560平方毫米，共截棉苗11株。此外，1—2龄期会咬去生长点，造成“公棉花”。但主要为害还是在5—6龄期。

棉苗小时，若每亩地有地老虎幼虫200头以上，就会造成严重缺苗。

棉田地老虎为害的终止期，往往以棉茎的木质化为转折。所以棉田适宜地老虎为害的时期，实际上是齐苗到四片真叶期，即6月上旬、中旬。移栽的棉花木质化早，可以缩短为害期；迟播棉田木质化迟，延长了为害期。

四、生活周期

陕西地区小地老虎、黄地老虎一年均发生三至四代，主要以第一代幼虫为害棉花，有时第二代幼虫也为害晚播棉。二者均无滞育象征。小地老虎发生期较早，第一代幼虫在5月上旬至下旬为害；黄地老虎在5月中旬至6月上旬为害。两种地老虎在7—9月间发生量均很少，与次年3、4月间出现的越冬代蛾量很不相称，当地越冬虫量又极少，因而判断虫源是外来的。

小地老虎成虫产卵前期3—5天，产卵期7—11天；黄地老虎相应为3—6天和5—11天。第一代卵和各龄幼虫平均历期如下表（表3）。

表3 两种地老虎第一代卵和各龄幼虫历期（西北农学院 陕西武功）

种 类	卵期平均 温度(℃)	卵历期 (天)	幼虫期平均 温度(℃)	龄 别 及 历 期 (天)						幼虫全 期(天)
				一	二	三	四	五	六	
小地老虎	15.1	15	18.5	6	5	6	6	7	12	42
黄地老虎	18.5	6	19.5	4	4	3.5	4.5	5	9	30

五、小地老虎虫情预报

（一）发生期 利用发育积温预测一、二龄幼虫发生盛期，作出适期防治预报；利用积温法再加上食料、湿度等补充条件，预测五龄幼虫发生盛期，作出为害盛期的预报。这两种预测预报是当前生产上发生期预测的主要目标。这两种预测都是根据灯光或糖醋诱集的蛾盛期为基础，加上卵期及不同龄期幼虫的有效积温，对比当时日气温资料，作出期距预测，达到预报孵化盛期和为害始盛期的目的。

小地老虎卵期及不同龄期幼虫的发育起点温度和有效积温，根据不同地区的测定，都没有较大差别。国内江苏（表4）广西、四川、山东、河南、甘肃、陕西（表5）等省的资料分析，大致相似；而世界各地，也有共同趋势（表6）。我们用日平均温度很容易推算。

表 4

小地老虎卵与各龄幼虫积温

(江苏省)

温度 (°C) 项 别	虫 态	卵	各 龄 期 幼 虫					
			1	2	3	4	5	6
发育起点		8.5	9.9	10.6	12.1	11.5	11.7	10.3
有效积温		69.8	43.6	29.6	25.5	29.4	43.0	111.2

表 5

不同恒温下小地老虎卵及幼虫期天数 (陕西省植物保护研究所 1962)

温 度 (°C)	卵 (天)	各 龄 期 幼 虫 (天)						蛹 (天)	产卵前期 (天)
		1	2	3	4	5	6		
11	35								
13	13	10	13	15	18	25	37	78	23
18	10	7	6	6	6	8	19	26	20
20	6	4	4	4	5	6	15	18	6
23	5	4	3	3	4	5	10	15	4
29	3	3	2	2	4	3	8	4	3
30	3	3	2	2	3	3	7	10	3

表 6

小地老虎不同虫态有效积温

温 度 (°C) 国 别	虫 态	卵		幼 虫		蛹	
		起 点	积 温	起 点	积 温	起 点	积 温
尼 加 拉 瓜		9.9	61.1	8.8	351.8	10.5	193.5
美 国		10.5	52.0	10.4	353.0	10.4	238.0
美 国		10.7	积 温	643	(产卵至羽化)		
中 东		10.7	积 温	643	(产卵至羽化)		
加 拿 大		10.7	积 温	692	(产卵至羽化)		
日 本			56.5		378.3		
以 色 列					404.0		260.0

湿度对小地老虎卵与幼虫的发育历期影响不显著, 仅有较小差别 (表 7); 取食各种杂草的发育期稍短 (表 8), 这对预测五龄以上幼虫的为害期, 有一定参考意义。

表 7 不同温、湿度中小地老虎卵的发育 (陕西省植物保护研究所)

温度 (°C)	14					19				16				
湿度 (%)	100	90	70	40	30	100	75	50	25	100	70	40	30	20
卵 期 (天)	14	12	12	15	14	10	9.6	9.5	9.7	10	10	12	11	11
孵 化 (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 8 不同杂草上小地老虎幼虫的发育 (陕西省植物保护研究所1963年4—6月)

植 物 名 称	幼虫期 (天)	蛹期 (天)	蛹重 (毫克)	产卵前期 (天)	植 物 名 称	幼虫期 (天)	蛹期 (天)	蛹重 (毫克)	产卵前期 (天)
葱	54	14	572	4	黄鼠草	42		368	
白 菜	46	17	328	4	婆婆纳	43	19	357	
甘 蓝	42	18	364	5	苜 蓿	43	17	312	2
秃 疮 花	47	16	324	6	草木樨	39	17	328	6
车 前	44	18	354		烟 草	42			
补 血 草	46	16	347	6	槐 芽	48	16	305	5
刺 蓟	47	16	365		野 莓	54	13	256	5
油 白 菜	41	17	369	8	甘 遂	46	15	372	
菠 菜	54	13	306		麦 苗	51	14	243	2
芥 菜	51		311		地 黄	55	13	206	4
苍 耳	42	16	384		麦 叶	44		0	
番 茄	54	14	386		珍珠梅	65	11	245	
辣 椒	54	13	365	5	冬 青	70		500	
豌 豆	42	19	409	3	侧 柏	0		0	
蒲 公 英	41	17	484	6	麻叶绣球	0		0	
灰 条	42	17	515	4	玫瑰叶	44		0	
线 蒿	42		349		芦 苇	0			
地 丁	47	15	291		大 麻	42	13		3
夏 至 草	46	17	371		茄 子	58			
艾 蒿	53		286		荞 麦	44	13		

从上表得知, 用日平均温度累积的方法能够估测产卵前期、卵期、幼虫期和幼虫为害盛期。

春季地老虎蛾的发生期，陕西全省都是3月中旬起到5月初为盛期。始盛期关中陕南是3月中旬或3月下旬初；陕北为3月下旬或4月初。高峰及突增期一般均为3月底或4月上旬，个别年份为4月中、下旬。发生时期与当地气温有明显关系，在关中春季晚上7时，气温达到9—10℃，即为发蛾始期；日平均气温达12—13℃时，为发蛾盛期；日平均10℃以上的有效积温达到120℃时，为发蛾末期。陕北晚7时气温达9℃，日平均温度达7℃时有蛾活动，10℃时大量发生。

常年小地老虎蛾量有二至三个高峰。根据气象因素分析，往往低潮期与降温相符合，小地老虎成虫在8℃以下时不易活动。此外，月亮的盈亏与地老虎蛾的活动有关。满月的夜间成虫活动量减少，在持续光照下，成虫往往交尾困难。月光也能够形成地老虎蛾减少产卵量的因素，光照0.1勒克司以上，蛾不产卵。因此，产卵量在无月光的夜间达到高峰，而蛾量的多少与月亮的盈亏相吻合。

诱蛾的方法目前以黑光灯为主，其次为糖醋液和杨树把，个别还有高压氙灯及双色灯等。灯诱的雄蛾发生较早，糖诱的雌蛾较早，但如果没有两者同时同地作比较，往往不易反映空间真实情况。小地老虎蛾的活动，主要是21—5时，但前半夜和后半夜并无差别。交尾和产卵的分界并不明显，后半夜产卵稍多，这些情况对于蛾期预测，均有一定意义。但从测报工作来说，利用黑光灯诱蛾，是比较准确可靠的预测发生期的方法。

(二) 发生量

1. 春季蛾的来源和越冬的三种方式

(1) 北纬20°N以南的北迁模式 由于小地老虎在黄、淮流域越冬量极少而春季的发蛾量却很高，所以就有远距离迁入的假说。翁雅哥(Onyango)1975年在“小地老虎的季节分布和迁移”一文中，对全球小地老虎蛾的发生和分布情况作了分析。他认为在一定季节中，小地老虎的分布有北限和南限的迹象(表9)。在限界以外地区，小地老虎可以滞育和以未老熟期幼虫越冬，但数量极少，且不能繁殖。在该地区以内只能依靠外地的虫源迁入，主要是利用季风系统运送。根据他的推测，我国的小地老虎蛾源主要从北纬20°N以南，即海南岛以南地区迁入。

由(表9)看出，从3月下旬起小地老虎向陕西境内迁飞。我国北纬20°N以北广大地区，主要虫源是外来的。这一点和我国学者对粘虫的推论相类似。但是，在小地老虎方面，还具有它的特点，即北迁是一次完成。陕西各地小地老虎发蛾始、盛期都不完全相同，高峰及突增日期也不一致，但都相

表9 小地老虎季节分布

限	别	月 份	纬 度	代 表 地
北 限	欧 洲	12—3	45°N	巴 黎
		6—10	55°N	莫 斯 科
			64°N	赫尔辛基
	亚 洲	10—12	20°N	海 口 市
		3	31°N	杭 州
		4	38°N	汉 城
		4	44°N	北 海 岛
		5	51°N	千 岛
	北 美	12—2	35°N	华 盛 顿
		5—8	46°N	温 哥 华
		5—9	53°N	
南 限	南 美	6—7	3°S	巴西贝伦
		12	39°S	智利圣地亚哥
		12—2	44°S	火 地 岛

差不远。值得注意的是，同一夜间，各地的蛾量确有明显的差别。从1958—1976年，陕西关中、陕北、陕南11个县的黑光灯诱蛾资料分析：发蛾始、盛期，榆林、神木、宁强、汉中有很多年份非常接近。蛾量突增日期也不能简单用当地等温线来说明，如有的年份，陕北比陕南甚至要早些。从多年资料比较，发蛾盛期的日平均温度为：陕北10—11℃，关中11—13℃，陕南13—14℃。如以关中为例，各地蛾量的突增日期各县也不完全一致，往往相差几天。这些都可以说明小地老虎是一次远距离迁飞来的。同时，不同纬度的小地老虎发育起点温度的相接近，又说明各地小地老虎生理型的极端相似。

(2) 当地以成虫越冬 陕西武功11月底能找到成虫，来年2月中、下旬也能发现成虫。1963年12月16日晚7时温度达7℃时，糖醋盆诱到雌蛾一头。该蛾一直活到次年2月底，寿命75天；江苏泗洪县1958年12月9日曾诱到一百多头蛾，据此认为是以成虫在当地越冬。但是，其蛾量与次年春季的蛾量相比，数量上的悬殊十分明显。以当地的越冬成虫作为次年的主要虫源问题，尚待研究。总的来说，越冬成虫是春季虫源之一，而且春季有已产卵将完的雌蛾出现，说明虫源是比较复杂的。山区有越夏的群集现象，已有证明。是否越冬成虫也有群集现象，还没有足够的证据。

(3) 当地以蛹及幼虫越冬 多年来，关于蛹及幼虫可以在华北地区越冬的事实未能得到证实。田间调查，都可以发现极少数的小地老虎蛹及幼虫安全过冬，在春季羽化出蛾。但是因为这些蛾的羽化期比田间发蛾期要明显推迟，又因为数量上和田间蛾量极不相称。所以蛹和幼虫作为当地主要虫源来说，似乎没有重大的意义。

2. 春季发蛾量与当年棉田虫害的关系 关中地区历年春季小地老虎发蛾量，与当年棉田虫害轻重没有明显的相关性。综合关中泾阳、武功、大荔、渭南、咸阳等县22年来黑光灯诱蛾平均值，与当年棉田虫害轻重关系如下(表10)。特重的1964年，蛾量却在年平均348.2头以下。

表10 小地老虎春季发蛾量与棉田虫害轻重关系

年 度	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
棉 田 受 害	轻	重	重	重	重	轻	轻	重	特重	重	轻
蛾 量 (头)	211	363	99	809	1336	75	217	93	105	200	162
年 度	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
棉 田 受 害	轻	轻	轻	重	重	轻	轻	轻	轻	轻	重
蛾 量 (头)	39	62	106	104	284	938	553	704	513	556	139

据湖北省荆州地区测报站、江苏省东台县测报站的分析，也认为发蛾总量与当年棉田受害关系不明显。但是前者认为蛾量大，第二次发蛾高峰在4月15日以前，棉田受害重；不过发蛾太早，也不利害虫发生；并认为发蛾高峰前单皿累计达90头，则幼虫将大发生。后者提出，4月5日前为有效蛾量。这一方面，关中地区的资料还没有如此的规律。江苏省泗洪县测报站认为蛾量与玉米断茎率有线性回归关系(表11)。蛾量与幼虫量多时，为害均重。

表11

小地老虎蛾量、幼虫密度与玉米断茎相关性

(江苏省泗洪县)

项 目	轻 发 年	重 发 年	严 重 年
头年9—12月蛾量(头/盆)	100以下	100—200	200以上
3月底前蛾量 (头/盆)	200以下	200—650	650以上
4月10日止蛾量 (头/盆)	350以下	350—800	800以上
幼 虫 密 度 (头/米 ²)	0.5以下	0.6—1.5	1.5以上
幼 虫 密 度 (头/亩)	300以下	300—1000	1000以上
玉 米 缺 茎 率 (%)	5 以 下	6—10	11 以 上

这一试验是否适合于陕西省沿河地区,尚待进一步证实。

发蛾量和田间卵量的关系,一般是肯定的。江苏东台县提出如下预测式:

$$N_E = 0.29 + 1.842N_A$$

N_A , 指4月5日前单皿蛾量。 N_E , 指百株刺蓟上的卵数。

陕西省植物保护研究所根据1956—1964年9月在关中地区的试验资料,得出如下预测式:

$$N_E = 31.4 \log N_A - 45.6$$

因此,蛾量与卵量似有一定的关系。但仅根据刺蓟上的卵量,就有很大的局限性。其次有关资料指出,小地老虎蛾的产卵量与营养、气候、光照等关系密切。特别是气候条件,如干旱、积水、低温等均有直接的作用。据陕西省植物保护研究所试验,小地老虎蛾在相对湿度40%左右,产卵150粒;而在70%湿度下,平均可产卵2,100粒。在果园附近,地老虎产卵量亦有增加。影响受精的因素很多,尤其是蛾的本身,具有很大的差异。

3. 卵量与当年棉田受害的关系 小地老虎的食性极其复杂,产卵场所也极广泛,因此正确地调查卵量,实际上是不可能的。通常所指卵量,系指棉田内所产的卵,包括各种植物及土面、根茬等。但是小地老虎是活动性很强的害虫,幼虫也会成群迁移,所以其它作物田以及果园、菜园、绿肥等地老虎的数量,往往也是地老虎的主要来源。这就给测报工作带来很大的困难。

(1) 小地老虎卵的分布 小地老虎是世界性大害虫,各地对它的生态学的研究工作比较多。产卵场所,一般认为主要是在有稀疏草苗的潮湿土面。日本学者认为,潮湿的土面易萌杂草,诱致地老虎产卵。美国记载,在各种作物田间的卵量比例:绿肥田占40.1%,大豆田占28.6%,玉米田占19.6%,林地占11.5%,而白地只占0.3%。据陕西省植物保护研究所调查,小地老虎卵主要产在土壤疏松,植物幼苗稀疏,及附近蜜源植物较多的田内。产卵部位包括各种杂草苗、各种植物残茬茎根,以及土块、沙砾、砖片等,甚至在大树的树皮上也有百粒以上的卵块。但是这些卵都是环绕着植物幼苗这一中心的。在幼苗附近的土面上,卵量最大,占全部卵量的一半以上。1963年试验,在62种植物幼苗中,最适合小地老虎产卵的植物及其附近的卵量相对值如下(表12):